

Fizyka jądrowa

Budowa jądra atomu

- Jądro atomowe składa się z **protonów i neutronów** związanych siłami jądrowymi, niezależnymi od ładunku.
- Neutron i proton określa się wspólną nazwą **nukleon**.
- Jądra o tej samej liczbie protonów, różniące się liczbą neutronów nazywamy **izotopami**.
- Łączna liczba protonów i neutronów w jądrze → **liczba masowa A** jądra.
- Liczba neutronów jest dana równaniem $A - Z$, (Z jest liczbą protonów zwaną **liczbą atomową**).
- Wartość liczby A dla jądra atomowego jest bardzo bliska **masie** odpowiadającego mu atomu.

Atom pierwiastka X o liczbie atomowej Z i liczbie masowej A oznaczamy

symbolem A_ZX

Pomiary rozpraszania wysokoenergetycznych protonów lub neutronów na jądrach atomowych → jądra mają kształt kulisty

$$R = (1.2 \cdot 10^{-15}) A^{1/3} \text{ m}$$

średni promień jąder (oprócz najmniejszych)

Liczba nukleonów (na jednostkę objętości) dla jądra o promieniu R i liczbie masowej A

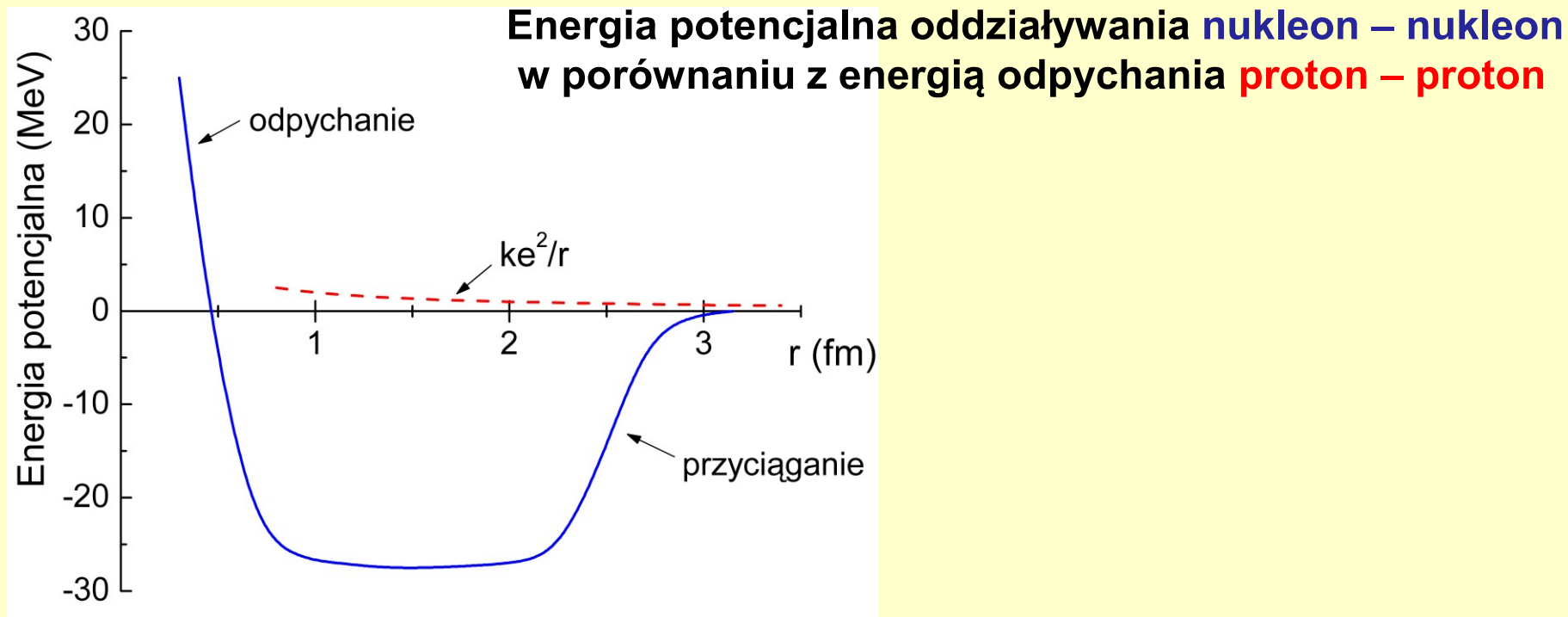
$$N = \frac{A}{\frac{4}{3} \pi R^3} = \frac{A}{\frac{4}{3} \pi [(1.2 \cdot 10^{-15} \text{ m}) A^{1/3}]^3} = 1.38 \cdot 10^{44} \text{ nukleonów/ m}^3$$

gęstość $\rho = NM = 2.3 \cdot 10^{17} \text{ kg/m}^3$

Masa protonu = masie neutronu → $M = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Oddziaływanie nukleon-nukleon

Siła jądrowa (oddziaływanie silne) → wiąże nukleony w jądrach atomowych → większa niż siła odpychania elektrostatycznego występująca pomiędzy protonami.



Oddziaływania proton - proton, proton - neutron i neutron - neutron są identyczne i nazywamy je **oddziaływaniami nukleon - nukleon**.

Masy atomowe i energie wiązań można wyznaczyć doświadczalnie w oparciu o spektroskopię masową lub bilans energii w reakcjach jądrowych.

Jednostki

Masa jest podawana w jednostkach masy atomowej (u). Za wzorzec przyjmuje się 1/12 masy atomowej węgla.

	Z	A	Masa (u)	ΔE (MeV)	$\Delta E/A$
${}^1_0\text{n}$	0	1	1.0086654	-	-
${}^1_1\text{H}$	1	1	1.0078252	-	-
${}^4_2\text{He}$	2	4	4.0026033	28.3	7.07
${}^9_4\text{Be}$	4	9	9.0121858	58.0	6.45
${}^{12}_6\text{C}$	6	12	12.0000000	92.2	7.68
${}^{16}_8\text{O}$	8	16	15.994915	127.5	7.97
${}^{63}_{29}\text{Cu}$	29	63	62.929594	552	8.50
${}^{120}_{50}\text{Sn}$	50	120	119.9021	1020	8.02
${}^{184}_{74}\text{W}$	74	184	183.9510	1476	8.02
${}^{238}_{92}\text{U}$	92	238	238.05076	1803	7.58

Przykład: porównujemy masę atomu ${}^4_2\text{He}$ z sumą mas jego składników

$$M({}^4_2\text{He}) = 4.0026033 \text{ u}$$

$$2M({}^1_1\text{H}) + 2M({}^1_0\text{n}) = 2 \cdot 1.0078252 \text{ u} + 2 \cdot 1.0086654 \text{ u} = 4.0329812 \text{ u}$$

Masa helu jest mniejsza od masy składników o 0.0303779 u

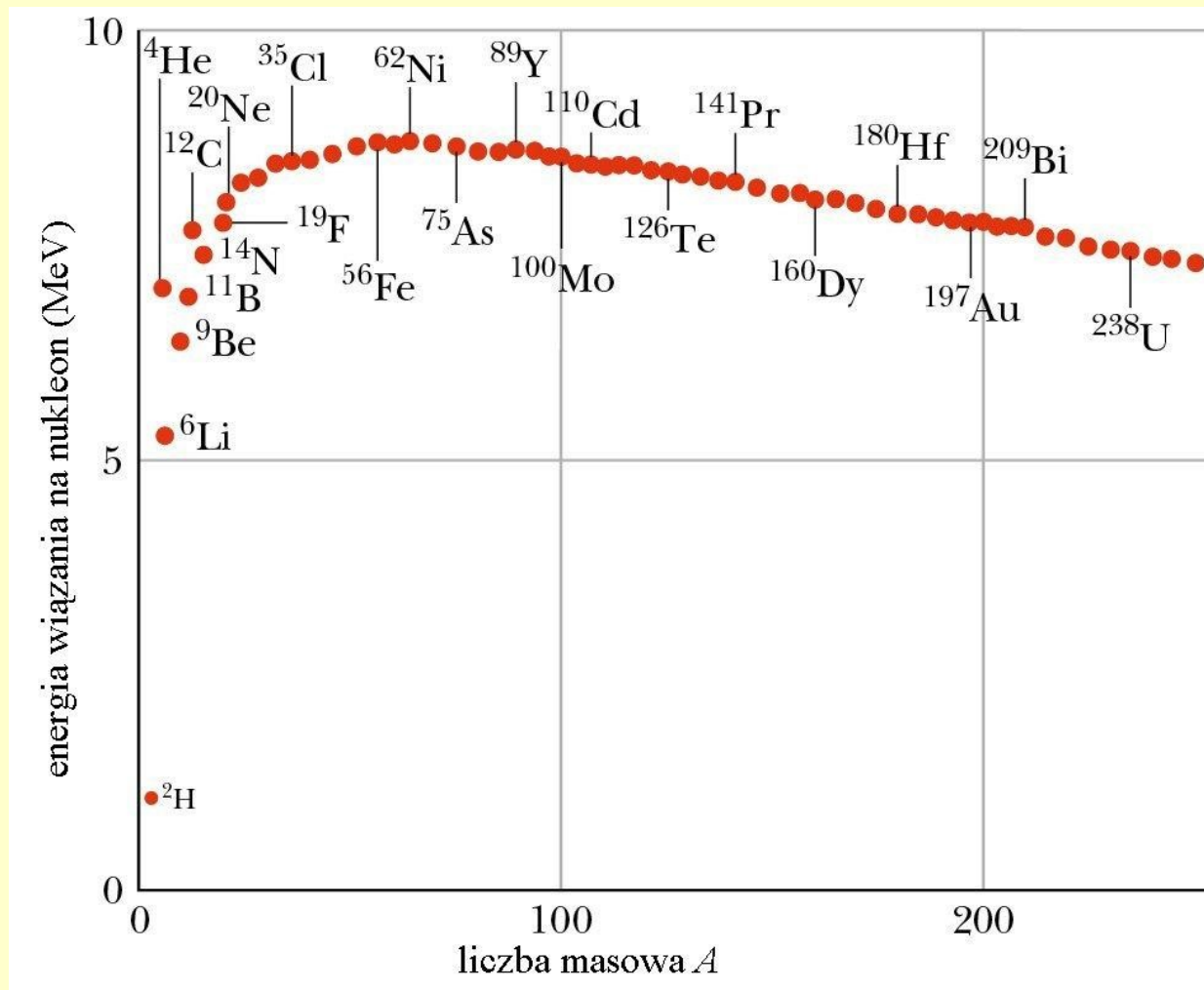
Dla każdego atomu jego masa jest mniejsza od masy składników o wielkość ΔM zwaną niedoborem masy lub **defektem masy**.

Gdy układ oddzielnych swobodnych nukleonów łączy się w jądro - energia układu zmniejsza się o wartość ΔE energii wiązania jądra.

Z teorii względności: $E = mc^2$



$$\Delta E = \Delta M c^2$$



Najsilniej są wiązane nukleony w jądrach pierwiastków ze środkowej części układu okresowego.

Krótki zasięg sił jądrowych \rightarrow wielkość $\Delta E/A$ nie jest stała !!!